Vol.13, No.1, Spring 2024, pp.217-242 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2022.76651.1224 Open access

# Detection of Temperature Differences due to Urban and Suburban Land Use Changes (Case Study: Urmia City)

**Nasrin Alsadat Bazmi[a*], Zahra Hejazizadeh[b] Parviz Zeaiean Firouzabadi[c] Gholamreza Janbaz Ghobadi[d]**

[a] *PhD in Urban Climate, Islamic Azad University, Nour, Iran*
[b] *Professor in Climatology, Kharazmi University, Tehran, Iran*
[c] *Associate Professor of GIS and Remote Sensing, Kharazmi University,Tehran, Iran*
[d] *Associate Professor, Department of Geography, Islamic Azad University, Noor, Iran.*

***Received: 12 May 2022*** ***Revised: 15 August 2022*** ***Accepted: 29 August 2022***

## Abstract

The study aimed to explore land use changes and their relationship with the surface temperature using Landsat satellite images from 1990 to 2019. For this purpose, the urban land uses were classified and analyzed using 50 land sample positions from the visible composition of the Landsat images using the supervised classification algorithm in the GIS. The results showed that urban lands had undergone significant changes. The surface temperature of the different uses using the glow temperature algorithm showed that free lands at 33.5°C had the highest temperature, while the lowest average temperature at 25.4°C was for the use of gardens. In terms of temperature variability, the gardens at 7.5°C had the most variable average temperature, while the water agricultural zone at 2.1°C had the lowest level of temperature standard deviation. The results of correlation analysis between temperature difference and land use change showed that the correlation coefficient between temperature changes and urban areas was 0.86 and 0.82 in the irrigated agricultural zone. Regarding the use of gardens, waste lands, and marsh areas, the correlation between periodic land use changes and temperature changes was more than 0.8, which is significant at the reliability of 0.95. But at the level of rangelands, rain fed agriculture and water zone, the correlation or significant connection were not observed at the level of confidence.

**Keywords:** Urmia, Temperature Changes, Satellite Images, Land Use, Correlation Coefficient

[*].Corresponding author: NasrinAlsadat Bazmi Email: bazmi.nasrin45@yahoo.com Tel:+989123219242

**How to cite this Article:** Kazemi, H., & Shariati, R. (2022). Detection of Temperature Differences due to Urban and Suburban Land Use Changes (Case Study: Urmia City). *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *13*(1), 217-242.
**DOI: 10.22067/geoeh.2022.76651.1224**

Geography and Environmental Hazards
**Volume 13, Issue 1 - Number 49, Spring 2024**
https://geoeh.um.ac.ir
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.76651.1224
**جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال سیزدهم، شمارهٔ چهل و نهم، بهار ۱۴۰۳، صص ۲۴۲-۲۱۷**

مقاله پژوهشی

# آشکارسازی تفاوت‌های دمایی ناشی از تغییرات کاربری شهری و حومه (موردمطالعه: شهرستان ارومیه)

**نسرین‌السادات بزمی[1]- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نور، ایران.**
**زهرا حجازی‌زاده- استاد اقلیم‌شناسی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.**
**پرویز ضیائیان‌فیروزآبادی- دانشیار سنجش‌ازدور دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.**
**غلامرضا جانبازقبادی- دانشیار گروه جغرافیا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نور، ایران.**

**تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۲۲ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۵/۲۴ تاریخ تصویب: ۱۴۰۱/۶/۷**

**چکیده**

این تحقیق با هدف آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی شهرستان ارومیه و ارتباط آن با دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ نگاشته شد. بدین منظور کاربری‌های اراضی شهرستان با استفاده از ۵۰ موقعیت نمونه زمینی حاصل از ترکیب مرئی تصاویر لندست با به‌کارگیری الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده در محیط GIS طبقه‌بندی و تحلیل گردید. نتایج نشان داد اراضی شهری با تغییرات چشمگیری روبرو بوده است. بررسی دمای سطحی کاربری‌های مختلف با استفاده از الگوریتم دمای درخشندگی نشان داد اراضی فاقد پوشش گیاهی با ۳۳/۵ درجه سلسیوس بالاترین دما را داشته‌اند؛ درحالی‌که کمترین میانگین دما با ۲۵/۴ درجه سلسیوس مربوط به کاربری باغات بوده است. از لحاظ تغییرپذیری دما، پهنه باغات با ۷/۵ درجه سلسیوس متغیرترین میانگین فضایی دما را داشته‌اند؛ درحالی‌که پهنه

[1] نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۲۱۹۲۴۲ Email:bazmi.nasrin45@yahoo.com

**نحوه ارجاع به این مقاله:**
بزمی، نسرین السادات، حجازی زاده، زهرا، ضیاییان فیروز آبادی، پرویز، جانباز قبادی، غلامرضا؛ ۱۴۰۳. آشکارسازی تفاوت‌های دمایی ناشی از تغییرات کاربری شهری و حومه (مورد مطالعه: شهرستان ارومیه). جغرافیا و مخاطرات محیطی. ۱۳(۱). صص ۲۴۲-۲۱۷
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.76651.1224

کشاورزی آبی با ۲.۱ درجه سلسیوس کمترین میزان انحراف معیار فضایی دما را داشته‌اند. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی بین تفاوت دمایی و تغییرات کاربری اراضی نشان داد ضریب همبستگی بین تغییرات دمایی و تغییرات پهنه‌های شهری برابر ۰/۸۶ و در پهنه کشاورزی آبی برابر ۰/۸۲ بوده است. کاربری باغات، اراضی بایر و پهنه باتلاقی نیز همبستگی بین تغییرات دوره‌ای کاربری اراضی و تغییرات دما بیش از ۰/۸ بوده است و در سطح اطمینان ۰/۹۵ معنی‌دار هستند؛ اما در سطح پهنه‌های مراتع، کشاورزی دیم و پهنه آبی، همبستگی یا ارتباط معنی‌داری در سطح اطمینان مذکور مشاهده نگردید.

**کلیدواژه‌ها**: ارومیه، تغییرات دمایی، تصاویر ماهواره‌ای، کاربری اراضی، ضریب همبستگی.

## ۱- مقدمه

یکی از مخاطرات محیطی و بحران‌های اکولوژیکی که امروزه جهان با آن روبروست پدیده تغییر کاربری اراضی است (**موسوی‌و همکاران، ۱۳۹۵**). در طول نیم‌قرن گذشته، سطح زمین دستخوش تغییرات فراوانی ناشی از جنگل‌زدایی و توسعه شهرها شده است. تغییرات سریع کاربری- پوشش زمین در مناطق شهری تبدیل به نگرانی عمده زیست‌محیطی و علت مشکلات زیست‌محیطی فراوان ازجمله کاهش فضای سبز و توسعه جزیره گرمایی شده است (**علوی پناه، ۱۳۹۲**). تمرکز صنایع و مراکز خدماتی در شهرها و فرصت‌های شغلی مهم‌ترین دلایل مهاجرت به سمت شهرهای بزرگ و افزایش جمعیت شهری است. این امر باعث توسعه فیزیکی و عموماً بدون برنامه شهرها می‌گردد که یکی از پیامدهای آن جزیره حرارتی شهر است (**کاویانی، ۱۳۸۷**).

در دهه‌های اخیر کاربری و پوشش اراضی در کلان‌شهرها تفاوت بسیاری نسبت به حومه‌های آن‌ها پیدا کرده است. این تفاوت‌ها سبب گردیده متوسط درجه حرارت در شهر چند درجه بیشتر از حومه آن باشد با توجه به اثر نامطلوب گرمای مزبور خصوصاً برای شهرهای با اقلیم‌های گرم، مطالعه و بررسی این پدیده ضروری به نظر می‌رسد (**ساسان‌پور و همکاران، ۱۳۹۲**). تغییرات کاربری اراضی بر طیف گسترده‌ای از ویژگی‌های محیط‌زیست و منابع طبیعی مانند کیفیت آب، منابع زمینی‌وهوایی، فرآیندها و توابع اکوسیستم‌ها و سیستم‌های آب‌وهوایی تأثیرگذار است (**قادرمزی، ۱۳۸۳**)؛ بنابراین تشخیص به‌موقع و دقیق این نوع تغییرات، پایه و اساس درک بهتر روابط و تعاملات میان انسان و پدیده‌های طبیعی است و درنتیجه مدیریت بهتر و استفاده مناسب‌تر از منابع طبیعی را فراهم می‌کند (**شنانی هویزه و زارعی، ۱۳۹۵**).

در این راستا جیانگ و تیان[۱] (۲۰۱۰)، شاخص فضایی درجه حرارت پوشش گیاهی را محاسبه کردند، تا اثرات تغییرات کاربری را در سطح شهر به دست آورند. نتایج نشان داد تغییرات شدید کاربری پوشش زمین منجر به ایجاد جزایر حرارتی می‌شوند. وانگ و همکاران[۲] (۲۰۱۱) با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER با تحلیل چند زمانه به برآورد رابطهٔ میان الگوی حرارتی شهری و توصیف گرمای بیوفیزیکی در شهر ایندیانا پولیس آمریکا پرداختند. نتایج نشان داد که با استفاده از این تصاویر می‌توان نقشهٔ درجه حرارت سطح زمین را با ماسک کردن آب و پوشش گیاهی با دقت بهتری تهیه کرد. جان و جین[۳] (۲۰۱٤) دمای سطح زمین را با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست در آمریکا بررسی کردند. نتایج نشان داد امکان کاهش دمای هوا در مناطق مسکونی و شهری با استفاده از محوطه محصور در مناطق سبز امکان‌پذیر است. ژاو و جکسون[٤] (۲۰۱۵) به بررسی واداشت‌های بیوفیزیکی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و ASTER در نواحی شمالی آمریکا پرداختند. نتایج نشان داد که همزمان با تغییر در پوشش سطح زمین و از بین بردن جنگل و تبدیل آن‌ها به نواحی کشاورزی، دمای سطح خاک و میزان تبخیر و تعرق به‌صورت معنی‌داری تغییر خواهد کرد. سونگ و وو[٥] (۲۰۱٦)، به بررسی تأثیر ترکیبی و فیزیکی شهری در ایالت ویسکانسین آمریکا پرداختند. نتایج حاکی از نقش بی‌چون‌وچرای سطوح غیرقابل نفوذ در تنوع جزایر حرارتی مناطق شهری بود. پرافل و پرادیپیکا[٦] (۲۰۱۷) تأثیر منفی شهرنشینی در طول زمان و تأثیر آن بر روند افزایش دما و تخریب بوم‌شناختی شهری، با استفاده از داده‌های حرارتی لندست و مطالعات میدانی در شهر لکنونا در هند را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد توزیع فضایی سطح زمین تحت تأثیر تغییرات پوشش زمین و علل آلودگی قرار گرفته است. هی[۷] و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست و سنجنده‌های TM، $ETM^+$، MMS و OLI به ارزیابی سپیدایی سطحی پرداختند. نتایج اعتبارسنجی نشان داد که میزان RMSE در برآورد پوشش برف کمتر از ۰/۰۳٤ است.

**هاشمی دره بادامی و همکاران (۱۳۹٤)** به تحلیل روند توسعه جزیره حرارتی شهری در رابطه با تغییر کاربری اراضی در شهر رشت با استفاده از تصاویر لندست پرداختند. نتایج نشان داد در بیشتر منطقه موردمطالعه دمای سطح زمین دارای روند افزایشی و کسر پوشش گیاهی دارای روند کاهشی است. **مزیدی و همکاران (۱۳۹۵)** اقدام به بررسی تأثیر توسعه شهری و تغییرات کاربری بر عناصر آب‌وهوایی با استفاده تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست در دو شهر شیراز و فسا نمودند. نتایج نشان داد کمیت‌های کمینه دما و

1 Jiang, and Tian
2 Wong et al
3 Jun and Jean
4 Zhao and Jackson
5 Song and Wu
6 Prafull and Pradipika
7 He et al

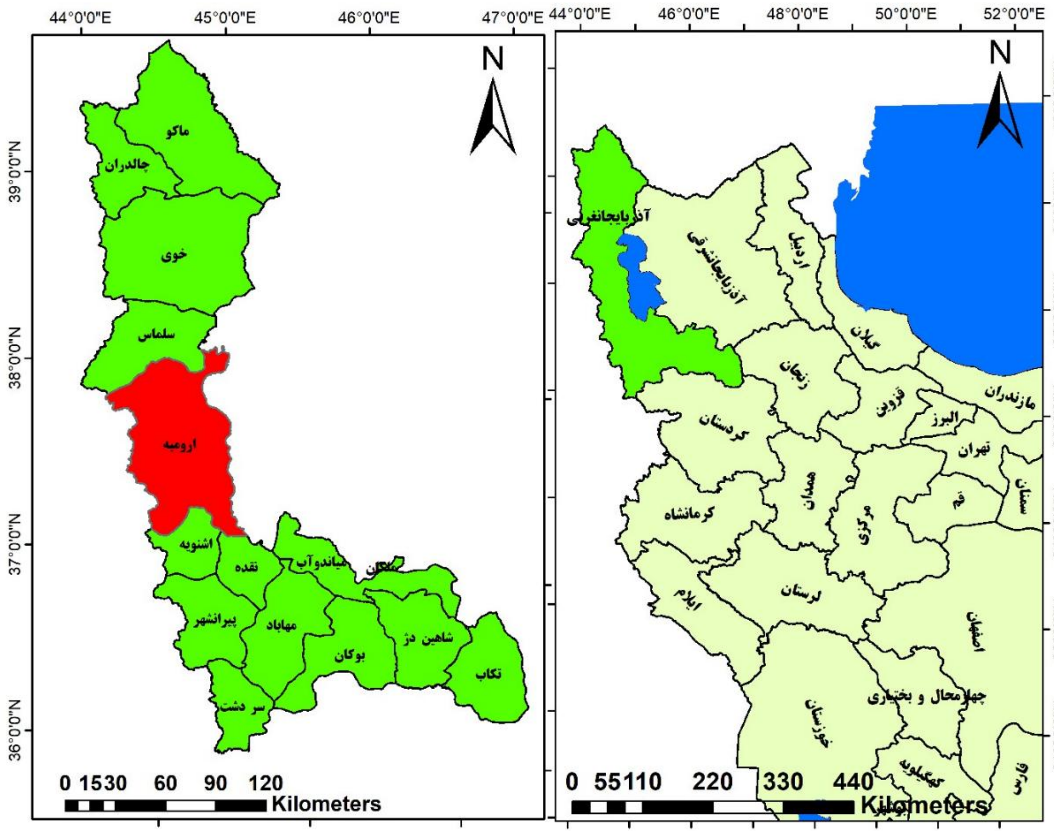
رطوبت نسبی فسا و کمینه و بیشینه رطوبت نسبی شیراز روند کاهشی و سایر کمیت‌ها روند افزایشی داشته‌اند. **نارنگی فرد و همکاران (۱۳۹۵)** به بررسی واکاوی الگوهای دمایی در ارتباط با کاربری‌های شهری با استفاده از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست در شهر کرمانشاه پرداختند. یافته‌های پژوهش بیانگر پنج دامنه دمایی و سه کاربری مسکونی، پوشش گیاهی و بایر استخراج شده در شهر بود. **کریمی فیروزجایی و همکاران (۱۳۹٦)** به پایش و پیش‌بینی شدت جزیره حرارتی شهر بابل با توجه به گسترش شهری و تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۹٤-۱۳٦٤ با استفاده از تصاویر چند زمانه لندست پرداختند. نتایج نشان داد که اراضی ساخته شده با رشد ۹۰ درصدی و اراضی کشاورزی با کاهش چشمگیری مواجه بوده‌اند. **ذرتی پور و همکاران (۱۳۹۸)** با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور به تأثیر کاربری اراضی بر شاخص حرارتی، سپس کارایی باندهای حرارتی در تعیین دمای کاربری اراضی در بندر امام خمینی استان خوزستان پرداختند. نتایج نشان داد، مناطق صنعتی و کارخانه‌ها، با جذب طول‌موج مادون‌قرمز حرارتی و افزایش گسیل مندی، نسبت به پوشش‌های درختی و رودخانه‌ها تأثیر بیشتری در بالا بردن میانگین نسبی دمای منطقه در محدوده صنعتی و شهری داشته‌اند.

دمای سطح زمین (LST) عامل مهم در مطالعات جهانی و تغییر و تعادل گرماست و به‌عنوان یک نماینده برای تغییر آب‌وهوا به شمار می‌رود (سریواستوا[1]، ۲۰۰۹). به‌طوری‌که عامل مهمی در کنترل فیزیکی-شیمیایی و فرآیندهای زیستی زمین محسوب می‌شود (**علوی‌پناه، ۱۳۸۷**). لذا با توجه به اهمیت موضوع، هدف از این پژوهش، تحلیل فضایی تغییرات دمای ارومیه در ارتباط با تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور است.

### ۲- منطقه موردمطالعه

منطقه موردمطالعه پژوهش، شهرستان ارومیه بین طول در استان آذربایجان غربی در شمال غرب کشور است. این شهرستان از لحاظ مساحت با داشتن وسعتی در حدود ۵۳۱۲ کیلومترمربع (۱٤/۲ درصد استان) وسیع‌ترین شهرستان استان آذربایجان غربی و مرکز این استان است. طیف ارتفاعی این شهرستان از ۱۰۰۰ متر تا بیش از ۳۵۰۰ متر از سطح دریا است که ازنظر مختصات جغرافیائی در ۳۷ درجه و ۳۲ دقیقه عرض شمالی و ٤۵ درجه و ٤ دقیقه طول شرقی واقع گردیده است. شکل (۱).

1 Srivastava




**شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه**

## ۳- مواد و روش‌ها

در این پژوهش با استفاده از تحلیل‌های آماری شامل همبستگی و اندازه‌گیری وسعت هر یک از تغییرات کاربری‌ها و تصاویر ماهواره‌ای لندست طی ۵ دوره آماری از ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹، در شهرستان ارومیه موردبررسی و آشکارسازی قرار گرفت. سپس تأثیرات دمایی تغییرات کاربری اراضی در شهرستان ارومیه با استفاده از تحلیل‌های آمار فضایی موردبررسی قرار گرفت. برای آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در منطقه از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ تا ۸ با گام‌های زمانی ۸ ساله با استفاده از الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده[1] استفاده شده است.

برای رسیدن به هدف تحقیق از دو دسته داده استفاده شد. دسته اول شامل داده‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ی لندست از آرشیو سایت تحقیقات زمین‌شناسی ایالات متحد (USGS) و دسته دوم داده‌های زمینی برداشت شده از ایستگاه هواشناسی ارومیه است. داده‌های سنجش‌ازدوری که شامل تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ تا ۸ طی دوره آماری ۱۹۹۰-۲۰۱۹ برای ماه می یا اردیبهشت‌ماه هرسال است. با توجه به اینکه

1 Supervised Classification

تصاویر سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۲ که مربوط به لندست ۷ است، در این دوره دارای ۲۱ درصد داده مفقوده بود، بنابراین به‌جای تصاویر این ماهواره از تصاویر لندست ۵ برای این دوره استفاده گردید. دسته دوم از داده‌های دمای سطح زمین بود که از باندهای حرارتی لندست استخراج گردید و برای کنترل آن از داده‌های دمای ثبت شده ایستگاه سینوپتیک ارومیه نیز استفاده گردید.

### ۱-۳- آشکارسازی تغییرات کاربری‌های مختلف

جهت آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در منطقه، ابتدا کاربری‌های اراضی شهرستان ارومیه با استفاده از چندین موقعیت نمونه‌برداری زمینی[1] حاصل از ترکیب مرئی تصاویر لندست، تصاویر Google Earth و مشاهدات میدانی با به‌کارگیری الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده[2] در محیط GIS طبقه‌بندی گردید.

سپس تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از نمونه‌های تعلیمی که در روند طبقه‌بندی دخالت داده نشده‌اند، اقدام به ارزیابی صحت تصویر طبقه‌بندی شده گردید. در تحقیق حاضر از ضرایب صحت کلی[3]، ضریب کاپا[4]، صحت تولیدکننده[5]، صحت کاربر[6]، خطای Omission و خطای Commission جهت بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده گردید. دقت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها طبق رابطه ۱ به دست می‌آید (رید[7]، ۱۹۹۸).

$$\mathbf{OA} = \frac{\mathbf{1}}{\mathbf{N}}\sum \mathbf{P_{ii}} \qquad (۱)$$

در رابطه بالا؛ OA دقت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی و $\sum \boldsymbol{P_{ii}}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا است. به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی، غالباً در کارهای اجرائی که مقایسه دقت طبقه‌بندی موردتوجه است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود. چون شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مدنظر قرار می‌دهد. شاخص کاپا از طریق رابطهٔ (۲) محاسبه می‌شود:

$$\mathbf{Kappa} = \frac{\mathbf{po - pc}}{\mathbf{1 - pc}} \qquad (۲)$$

در رابطه ۲؛ po درستی مشاهده شده و pc توافق مورد انتظار است. دقت تولیدکننده، احتمال این که یک پیکسل در تصویر کلاسه‌بندی در همان کلاس در روی زمین قرار بگیرد و دقت کاربر، احتمال اینکه یک

---

1 Ground Trouthing
2 Maximum likelihood
3 Overall accuracy
4 Kappa coefficient
5 Producer’s Accuracy
6 User’s Accuracy
7 Ridd

کلاس مشخص در روی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی شده قرار بگیرد می‌باشد که از طریق روابط ۳ و ٤ محاسبه می‌گردند (رید، ۱۹۹۸).

$$\textbf{Producers Accuracy} = \frac{\textbf{ta}}{\textbf{tg}} * 100 \quad (۳)$$

$$\textbf{Users Accuracy} = \frac{\textbf{ta}}{\textbf{n}} * 100 \quad (۴)$$

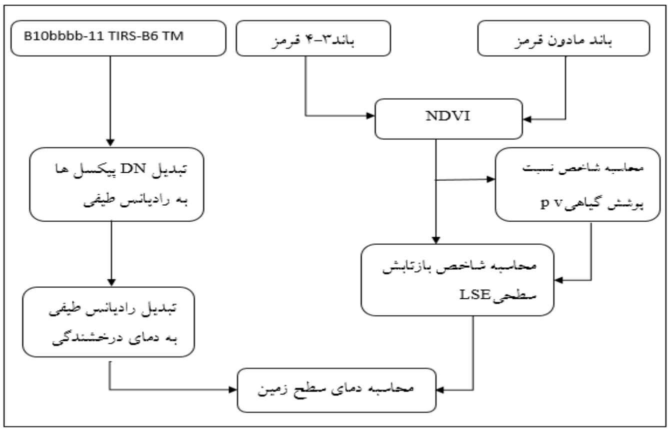
در روابط بالا؛ PA درصد دقت کلاس a برای دقت تولیدکننده، ta تعداد پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به‌عنوان کلاس a، ga تعداد پیکسل‌های کلاس a درواقعیت زمینی، UA درصد دقت کلاس a برای دقت کاربر و n1 تعداد پیکسل‌های کلاس a در نتیجه طبقه‌بندی است.

### ۲-۳- محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از باندهای حرارتی لندست

برای محاسبه دمای تابشی ابتدا باید داده‌های مادون‌قرمز حرارتی به رادیانس تبدیل شود. درواقع پس از استفاده از عکس قانون پلانک (برای تبدیل رادیانس به دمای تابشی) لازم است دمای تابشی به دمای واقعی تبدیل شود که از رابطه (٥) دمای تابشی محاسبه می‌شود (**المدرسی و محمدپور، ۱۳۹۳**).

$$Tb = \frac{K2}{Ln[\frac{K1}{R} + 1]} \quad (٥)$$

در این رابطه دمای تابشی برحسب درجه کلوین می‌باشد و k1 و k2 ضریب کالیبراسیون هستند که مقدار آن در فرا داده تصاویر موجود می‌باشند. الگوریتم محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از باندهای حرارتی لندست در شکل (۲) آورده شده است.




**شکل ۲- الگوریتم محاسبه دمای سطح زمین از باندهای حرارتی لندست**

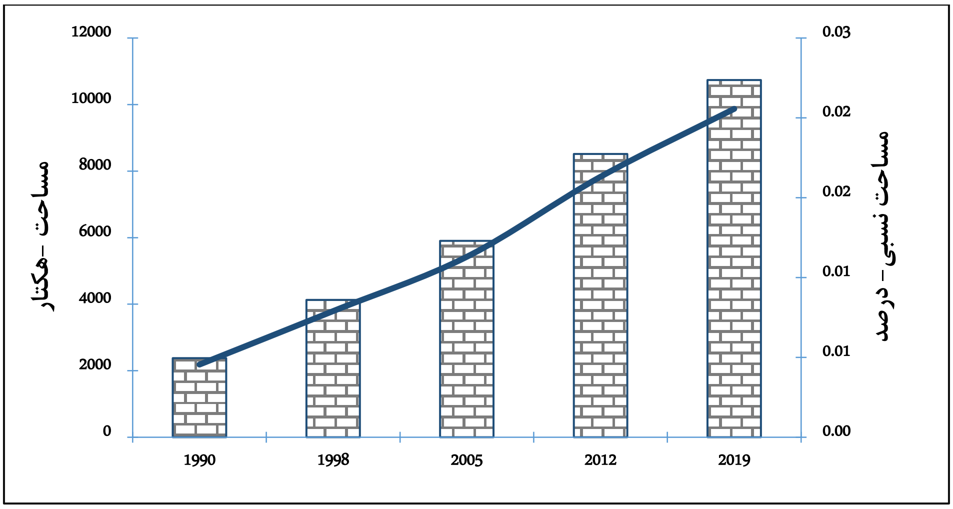
## ٤- نتایج و بحث

### ٤-١- تحلیل تغییرات کاربری اراضی

نتایج حاصل از تحلیل تغییرات کاربری اراضی شهرستان ارومیه طی دوره آماری موردبررسی (۱۹۹۰-۲۰۱۹)، در جدول (۱) ارائه شده است. بر اساس نتایج، کاربری اراضی شهری در شهرستان ارومیه طی دوره آماری ۳۰ ساله موردبررسی با تغییرات چشمگیری روبرو بوده است. این کاربری طی همه دوره‌های موردبررسی روند افزایشی داشته است؛ به‌طوری‌که مساحت این کاربری از ۲۰۰۰ هکتار در سال ۱۹۹۰، به بیش از ۱۰۰۰۰ هکتار در سال ۲۰۱۹، رسیده است و با افزایشی ۵ برابری طی دوره ۳۰ سال مواجه بوده است (شکل ۳). بر اساس نتایج، بیشترین ضریب رشد کاربری شهری مربوط به دوره ۱۹۹۰-۱۹۹۸ بوده است که در این دوره شهر ارومیه با یک رشد ۰/۷٤ درصدی روبرو بوده است و کمترین میزان رشد نیز در دوره آخر یعنی ۲۰۱۲-۲۰۱۹ ثبت شده است که برابر ۰/۲٦ مساحت شهر در سال ۲۰۱۲ بوده است (جدول ۱).

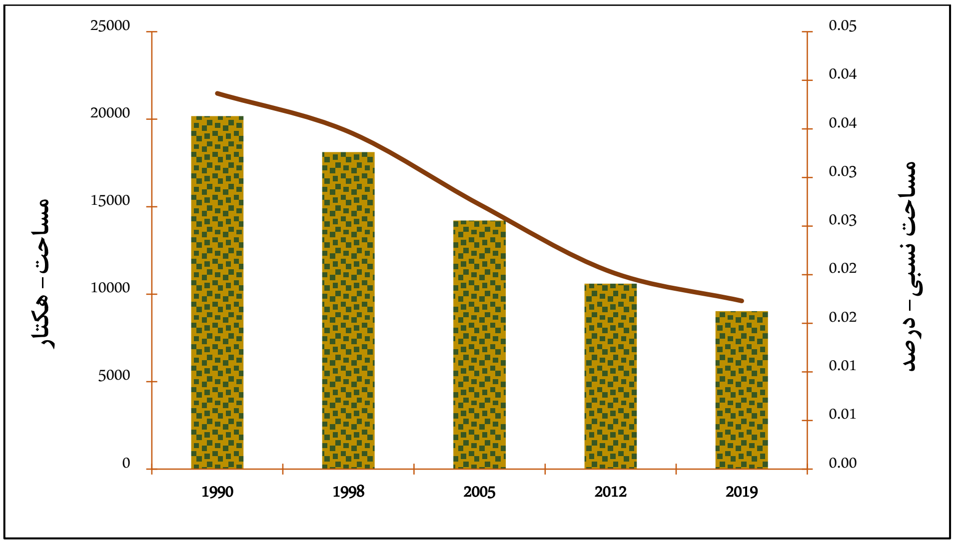
**جدول ۱- درصد تغییرات دوره‌ای کاربری‌های اراضی آشکارشده در شهرستان ارومیه طی دوره آماری ۱۹۹۰-۲۰۱۹**

| سال | پهنه باتلاق | پهنه بایر | پهنه باغات | پهنه مراتع | پهنه کشاورزی دیم | پهنه کشاورزی آبی | پهنه آب | پهنه شهری |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1990 | * | * | * | * | * | * | * | * |
| 1998 | -0/10 | -0/10 | 0/13 | -0/01 | -0/08 | 0/34 | 0/03 | 0/74 |
| 2005 | -0/22 | -0/20 | 0/12 | 0/05 | -0/05 | 0/15 | -0/09 | 0/43 |
| 2012 | -0/25 | -0/12 | 0/18 | -0/04 | -0/03 | 0/10 | -0/05 | 0/44 |
| 2019 | -0/15 | -0/23 | 0/10 | -0/10 | 0/02 | 0/21 | -0/26 | 0/26 |



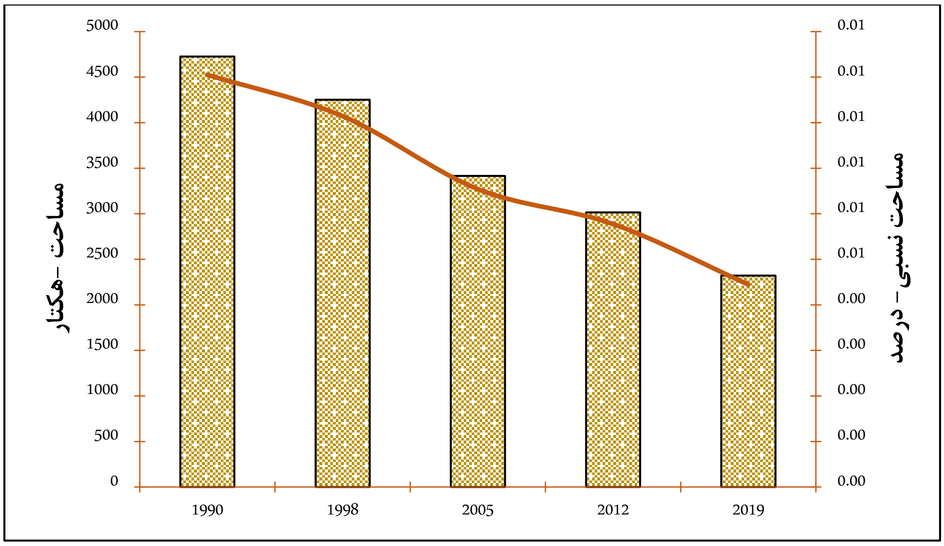

**شکل ۳- تغییرات مساحت کاربری اراضی شهری در شهرستان ارومیه طی ۵ دوره موردمطالعه**

عرصه‌های باتلاقی و لجن‌زارهای غرب دریاچه ارومیه که در بخش شرقی شهرستان ارومیه قرار دارند، در سال ۱۹۹۹۰ بیش از ٤ درصد از مساحت کل شهرستان ارومیه که برابر ۲۰ هزار هکتار از مساحت اراضی شهرستان بود را در برگرفته بود اما این کاربری روند کاهشی چشمگیری را طی دوره ۳۰ ساله ۱۹۹۰–۲۰۱۹ طی کرده است. همان‌طور که در شکل (٤) دیده می‌شود، طی دوره موردبررسی از مساحت ۲۰ هزار هکتار به کمتر از ٦۰۰۰ هکتار رسیده است. بیشترین کاهش در این کاربری طی دو دوره ۲۰۰۵ و ۲۰۱۲ ثبت شده است که در این دو دوره مساحت این کاربری به ترتیب ۲۲ درصد و ۲۵ درصد کاهش داشته است.



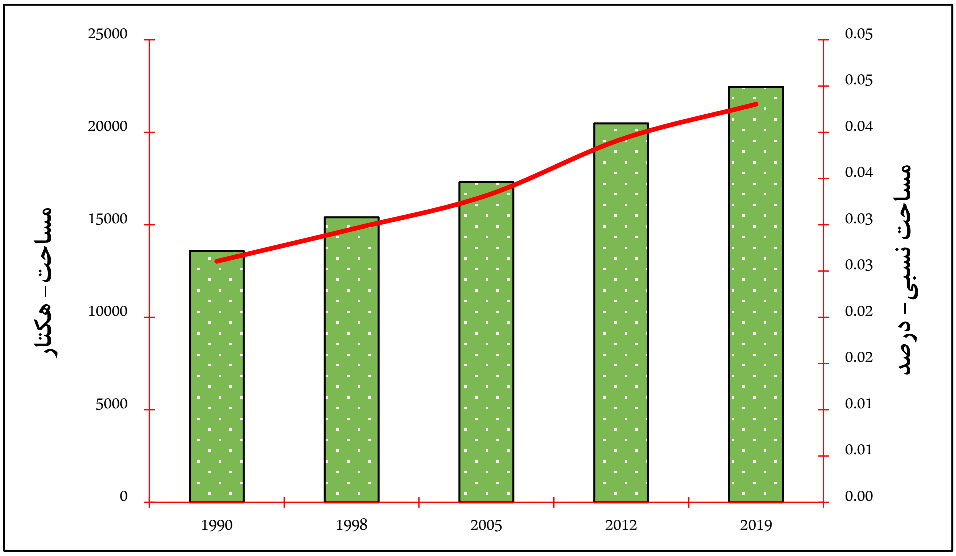

**شکل ٤- تغییرات مساحت کاربری اراضی پهنه‌های باتلاقی شهرستان ارومیه طی ۵ دوره موردمطالعه**

اراضی بایر نیز طی دوره ۳۰ ساله موردبررسی روند کاهشی داشته است. به‌طوری‌که طی دوره موردبررسی مساحت این اراضی در شهرستان ارومیه از ٤۵۰۰ هکتار به کمتر از ۲۵۰۰ هکتار رسیده است. بیشترین نرخ تغییرات در این کاربری اراضی مربوط به دو دوره ۲۰۰۵ و ۲۰۱۹ بوده است که در این دوره‌ها، این کاربری به ترتیب ۲۳ درصد و ۲۵ درصد کاهش مساحت داشته‌اند (شکل ۵).



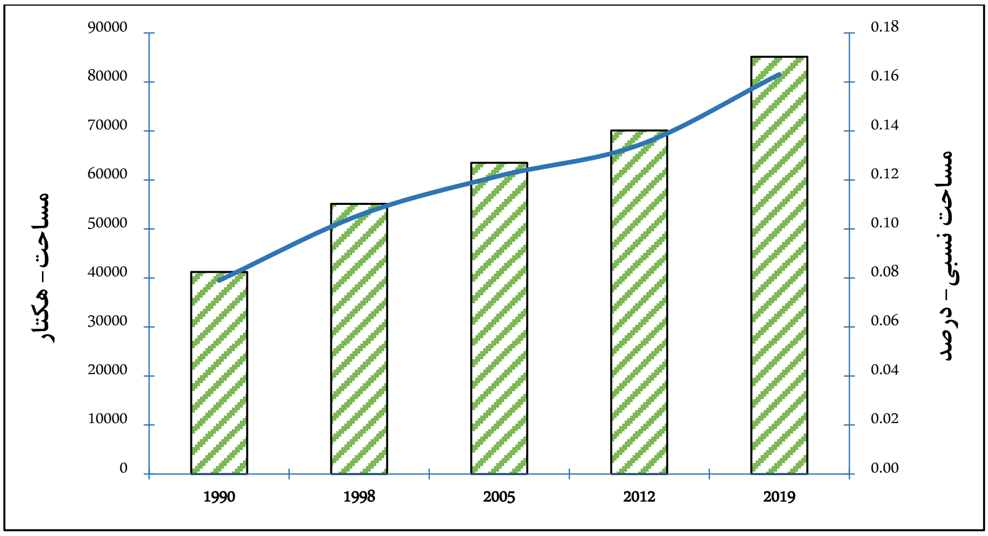

**شکل ٥- تغییرات مساحت کاربری اراضی بایر شهرستان ارومیه طی ٥ دوره موردمطالعه**

اراضی با کاربری باغات نیز طی همه دوره‌های موردبررسی روند افزایشی داشته است (شکل ٦). این کاربری در سال ۱۹۹۰ مساحتی در حدود ١٤ هزار هکتار از شهرستان ارومیه را در برگرفته بود؛ درحالی‌که در سال ۲۰۱۹ مساحت آن به بیش از ۲۰ هزار هکتار رسیده است. در همه دوره‌های موردبررسی مساحت این کاربری روند افزایشی داشته است. بیشترین میزان افزایش نرخ تغییرات استخراج شده مربوط به دوره ۲۰۱۲ بوده است که در این دوره مساحت باغات شهرستان ۱۸ درصد نسبت به سال ۲۰۰٥ افزایش داشته است (جدول ۱).



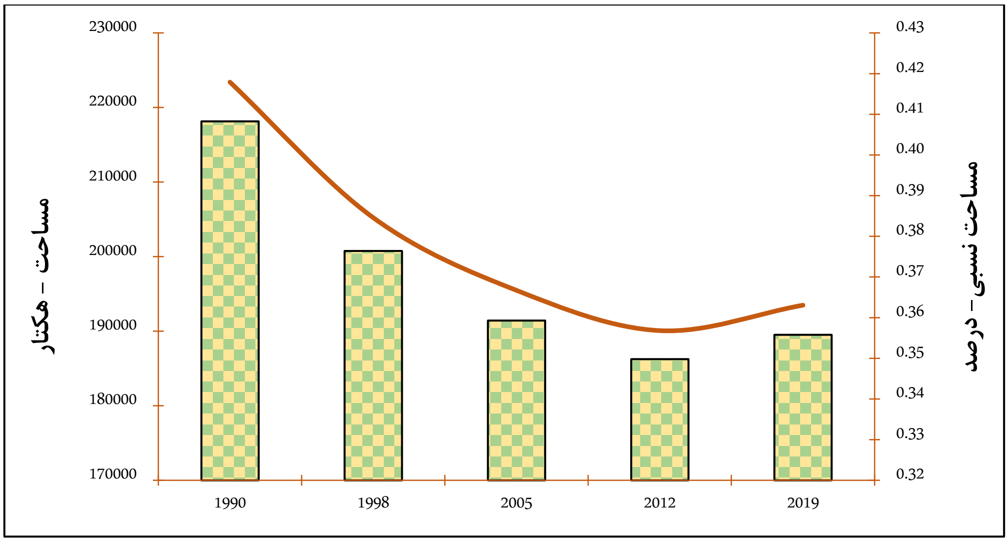
**شکل ٦- تغییرات مساحت کاربری اراضی پهنه باغات شهرستان ارومیه طی ۵ دوره موردمطالعه**

اراضی با کاربری کشاورزی آبی نیز همچون اراضی باغی طی همه دوره‌های موردبررسی روند افزایشی داشته است. این کاربری در سال ۱۹۹۰ مساحتی در حدود ٤۰ هزار هکتار از شهرستان ارومیه را در برگرفته بود درحالی‌که در سال ۲۰۱۹ مساحت آن به بیش از ۸۰ هزار هکتار رسیده است (شکل ۷). بر اساس نتایج بیشترین میزان افزایش مربوط به دوره ۱۹۹۸ و سپس ۲۰۱۹ بوده است که در این دوره مساحت پهنه کشاورزی شهرستان ۳٤ درصد نسبت به سال ۱۹۹۰ و ۲۱ درصد نسبت به سال ۲۰۱۲ افزایش داشته است (جدول ۱).



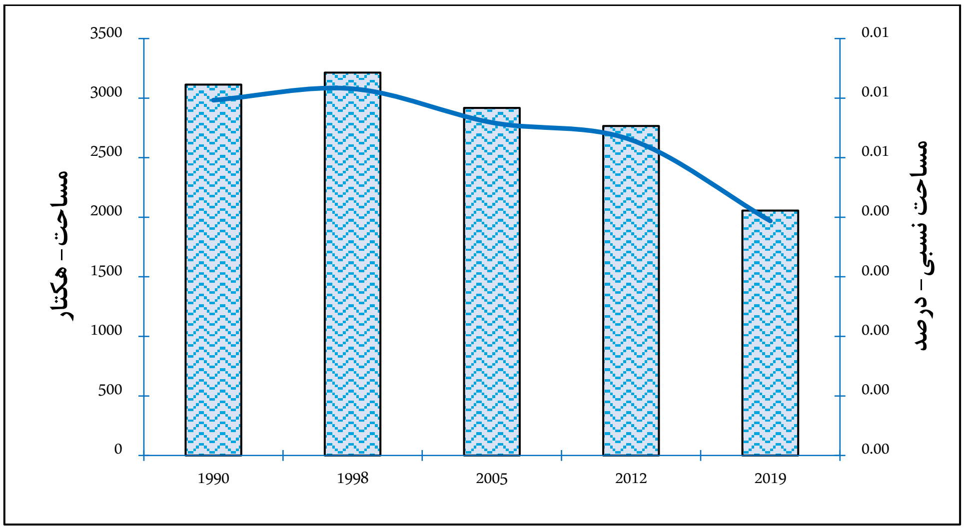

**شکل ۷- تغییرات مساحت کاربری اراضی پهنه کشاورزی آبی شهرستان ارومیه طی ۵ دوره موردمطالعه**

بررسی تصاویر نشان داد که پهنه اراضی کشاورزی دیم، بعد از پهنه مراتع، وسیع‌ترین کاربری اراضی شهرستان ارومیه است؛ اما برخلاف اراضی کشاورزی آبی که روند افزایشی دارد، اراضی کشاورزی دیم با شیب نسبتاً ملایمی از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۲ روند کاهشی داشته تا اینکه از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۹ حدود ۲ درصد افزایش نشان می‌دهد. شکل (۸).



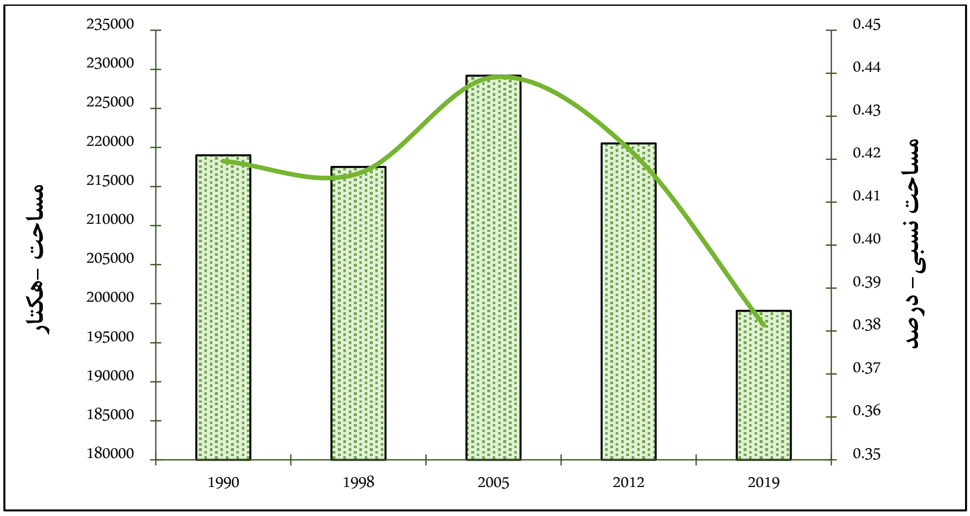

**شکل ۸- تغییرات مساحت کاربری اراضی پهنه کشاورزی دیم شهرستان ارومیه طی ۵ دوره موردمطالعه**

پهنه‌های آبی نیز در سطح شهرستان ارومیه روند کاهشی داشته‌اند. این پهنه بیشترین میزان کاهش را در دوره ۲۰۱۲-۲۰۱۹ داشته است به‌گونه‌ای که مساحت پهنه آبی در سال ۲۰۱۹، حدود ۲٦ درصد نسبت به سال ۲۰۱۲ کاهش داشته است (شکل ۹ و جدول ۱).




**شکل ۹- تغییرات مساحت کاربری اراضی پهنه‌های آبی شهرستان ارومیه طی ۵ دوره موردمطالعه**

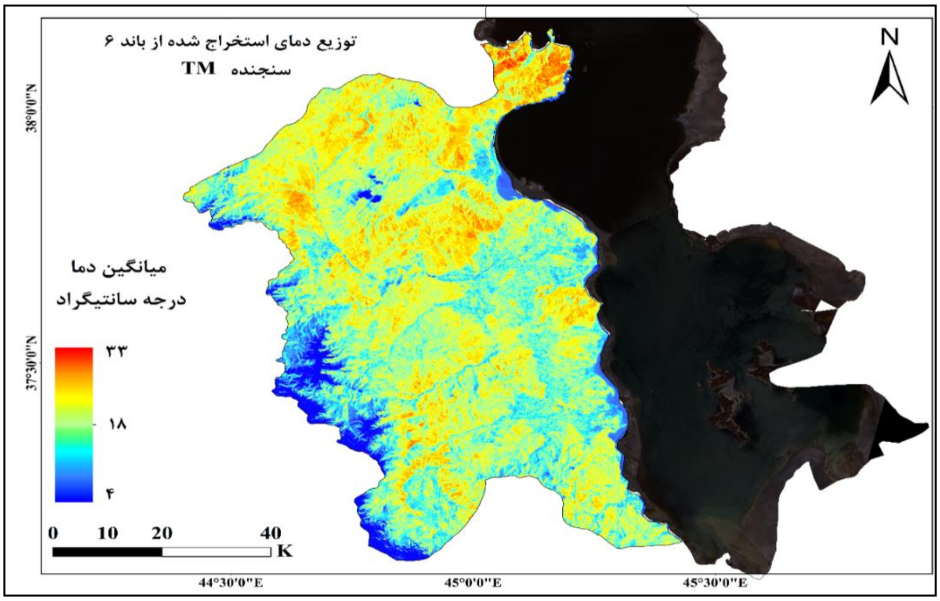
مراتع که وسیع‌ترین پهنه پوشش اراضی شهرستان ارومیه است، طی دوره موردبررسی دو روند متفاوت را طی کرده است. از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ این اراضی تغییر قابل‌توجهی نداشته است اما از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۵ این اراضی روند افزایشی داشته‌اند. درحالی‌که بعد از سال ۲۰۰۵ اراضی مرتعی شهرستان روند کاهشی قابل‌ملاحظه‌ای را طی کرده است. در سال ۲۰۱۹ وسعت مراتع شهرستان با ۱۰ درصد کاهش نسبت به سال ۲۰۱۲، به کمترین وسعت خود طی دوره آماری موردبررسی یعنی کمتر از ۲۰ هزار هکتار رسید. (شکل ۱۰ و جدول ۱).




**شکل ۱۰- تغییرات مساحت کاربری اراضی مراتع شهرستان ارومیه طی ۵ دوره موردمطالعه**

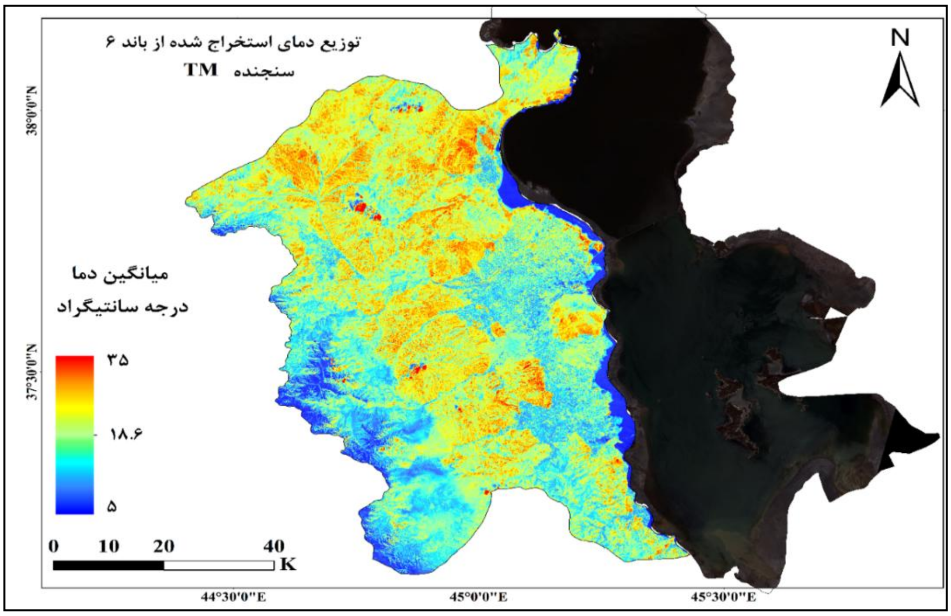
### ۲-٤- تغییرات دمایی

در این بخش ویژگی‌های دمایی شهرستان ارومیه طی ۳ دهه اخیر با استفاده از تصاویر حرارتی باندهای ماهواره لندست موردبررسی قرار می‌گیرد. در شکل (۱۱) توزیع فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه در ماه می سال ۱۹۹۰، ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل، دمای سطح شهرستان از ٤ تا ۳۳ درجه سلسیوس متفاوت بوده است. ارتفاعات غربی شهرستان که عموماً پوشیده از برف بوده‌اند، در این دوره دمایی در حدود ٤ درجه سلسیوس داشته‌اند درحالی‌که اراضی بایر و اراضی تحت کشاورزی دیم شهرستان بالاترین دما را به خود اختصاص داده‌اند. میانگین فضایی دمای سطح شهرستان در این دوره برابر ۲۰ درجه سلسیوس بوده است درحالی‌که انحراف معیار فضایی دمای سطح شهرستان در این دوره برابر ٤ درجه سلسیوس بوده است؛ بنابراین در این ضریب تغییرپذیری فضایی دما در سطح شهرستان ارومیه در دوره اول برابر ۱۵ درصد میانگین بوده است.



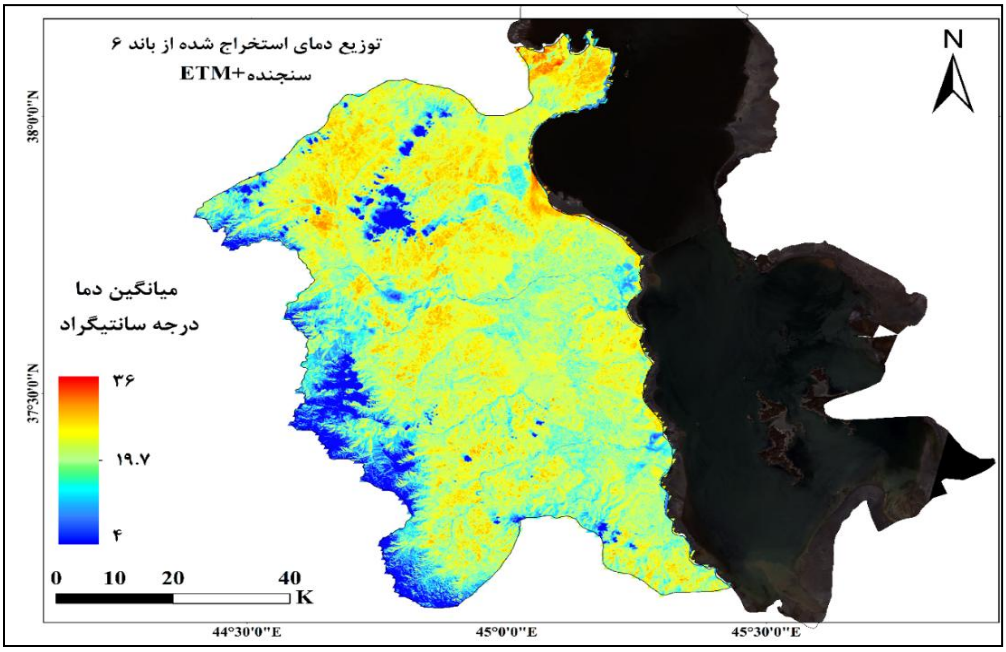

**شکل ۱۱- ویژگی‌های دمای سطح زمین استخراج شده از باند ٦ ماهواره لندست ۵ با استفاده از الگوریتم دمای درخشندگی برای دوره اول**

در شکل (۱۲) توزیع فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه برای دوره دوم ارائه شده است. همان‌طور که در این شکل دیده می‌شود، دمای سطح شهرستان از ۵ تا ۳۵ درجه سلسیوس متغیر بوده است. ارتفاعات غربی شهرستان که عموماً پوشیده از برف بوده‌اند، در این دوره دمایی در حدود ۵ درجه سلسیوس داشته‌اند درحالی‌که اراضی بایر و اراضی تحت کشاورزی دیم شهرستان، بالاترین دما را به خود اختصاص داده‌اند. میانگین فضایی دمای سطح شهرستان در این دوره برابر ۱۹/۳ درجه سلسیوس بوده است درحالی‌که انحراف معیار فضایی دمای سطح شهرستان در این دوره برابر ۵/۲ درجه سلسیوس بوده است؛ بنابراین در این ضریب تغییرپذیری فضایی دما در سطح شهرستان ارومیه طی دوره دوم برابر ٢٦ درصد میانگین بوده است.



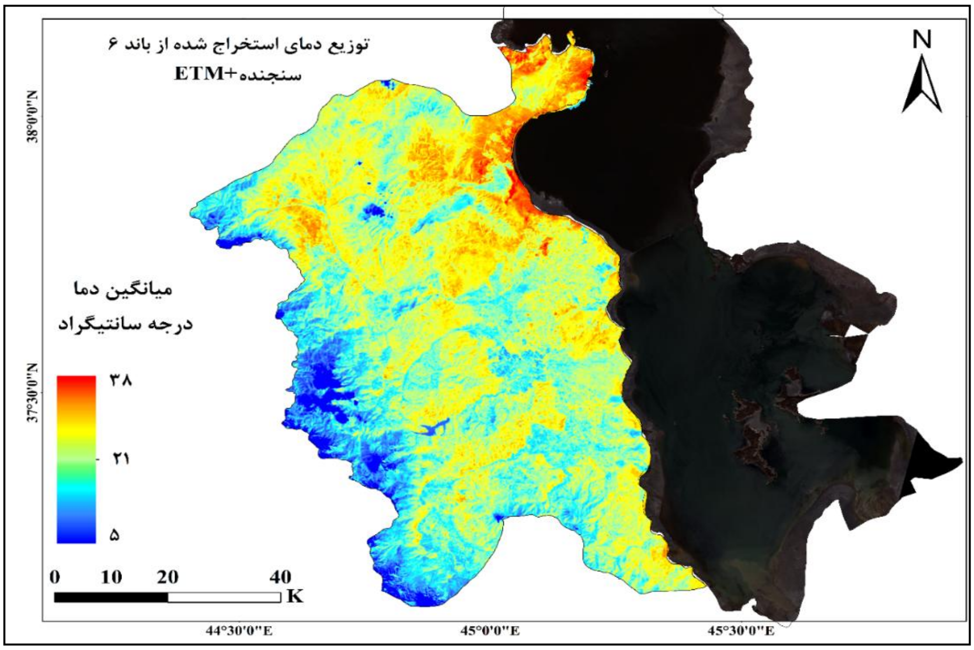

**شکل ۱۲- ویژگی‌های دمای سطح زمین استخراج شده از باند ٦ ماهواره لندست ۵ با استفاده از الگوریتم دمای درخشندگی برای دوره دوم**

در شکل (۱۳) توزیع فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه برای دوره سوم، ارائه شده است. بر اساس نتایج حاصل، دمای سطح شهرستان از ٤ تا ٣٦ درجه سلسیوس متفاوت بوده است. ارتفاعات غربی شهرستان که عموماً پوشیده از برف بوده‌اند، در این دوره دمایی در حدود ۵ درجه سلسیوس داشته‌اند درحالی‌که اراضی بایر و اراضی تحت کشاورزی دیم شهرستان بالاترین دما را به خود اختصاص داده‌اند. میانگین فضایی دمای سطح شهرستان در این دوره برابر ۲۰/۱ درجه سلسیوس بوده است درحالی‌که انحراف معیار فضایی دمای سطح شهرستان در این دوره برابر ۵/۲ درجه سلسیوس بوده است؛ بنابراین ضریب تغییرپذیری فضایی دما در سطح شهرستان ارومیه در دوره سوم برابر ۲۸ درصد میانگین بوده است.



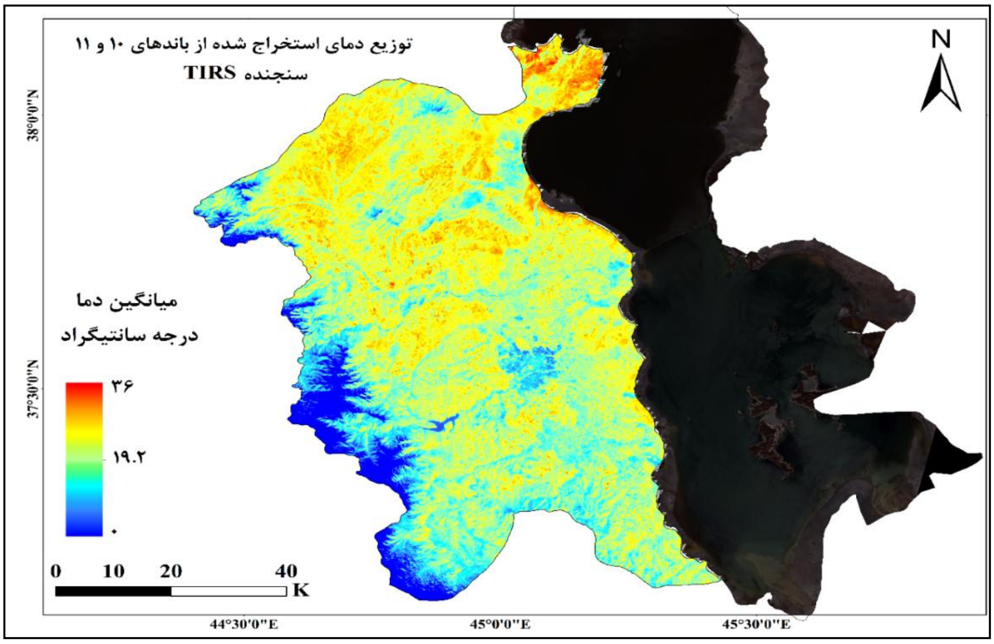

**شکل ۱۳- ویژگی‌های دمای سطح زمین استخراج شده از باند ٦ ماهواره لندست ٥ با استفاده از الگوریتم دمای درخشندگی برای دوره سوم**

در شکل (١٤) توزیع فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه برای دوره چهارم، ارائه شده است. همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، دمای سطح شهرستان از ٥ تا ٣٨ درجه سلسیوس متغیر بوده است. ارتفاعات غربی شهرستان که عموماً پوشیده از برف بوده‌اند، در این دوره دمایی در حدود ٥ درجه سلسیوس داشته‌اند درحالی‌که اراضی بایر و اراضی تحت کشاورزی دیم شهرستان بالاترین دما را که بالاتر از ٣٣ درجه سلسیوس بوده است به خود اختصاص داده است. میانگین فضایی دمای سطح شهرستان در این دوره برابر ٢٠/٦ درجه سلسیوس و انحراف معیار فضایی نیز برابر ٥/٥ درجه سلسیوس بوده است. بر این اساس ضریب تغییرپذیری فضایی دما در سطح شهرستان ارومیه در دوره چهارم برابر ٢٦ درصد میانگین بوده است.




**شکل ١٤- ویژگی‌های دمای سطح زمین استخراج شده از باند ٦ ماهواره لندست ۵ با استفاده از الگوریتم دمای درخشندگی برای دوره چهارم**

توزیع فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه در طی دوره پنجم نشان می‌دهد که دمای سطح شهرستان از ۵ تا ٣٦ درجه سلسیوس متفاوت بوده است. ارتفاعات غربی شهرستان که عموماً پوشیده از برف بوده‌اند، در این دوره دمایی در حدود ۵ درجه سلسیوس داشته‌اند درحالی‌که اراضی بایر و اراضی تحت کشاورزی دیم شهرستان بالاترین دما را به خود اختصاص داده‌اند. میانگین فضایی دمای سطح شهرستان در این دوره برابر ۲۰/۳ درجه سلسیوس و انحراف معیار فضایی نیز برابر ٤/٩ درجه سلسیوس بوده است؛ بنابراین ضریب تغییرپذیری فضایی دما در سطح شهرستان ارومیه در دوره پنجم برابر ٢٦ درصد میانگین بوده است (شکل ١۵)



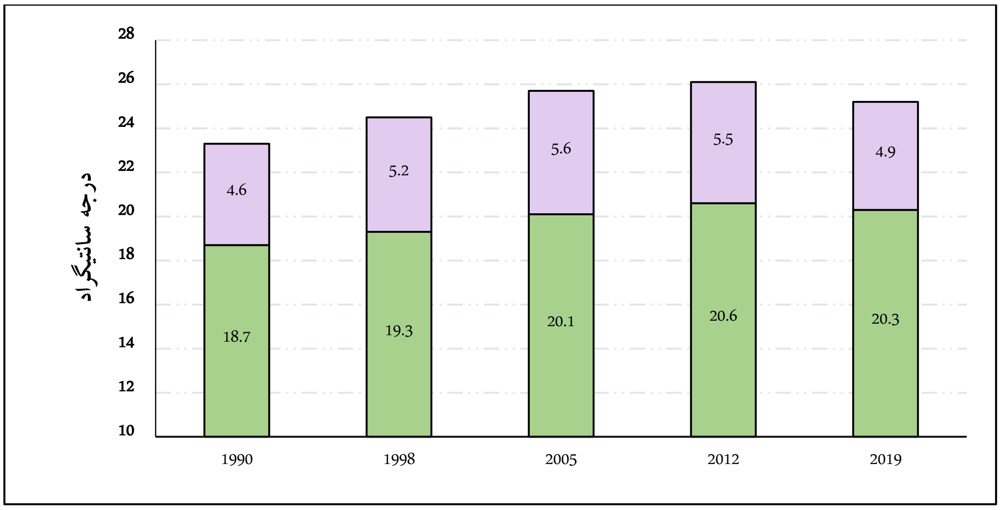

**شکل ۱۵- ویژگی‌های دمای سطح زمین استخراج شده از باند ٦ ماهواره لندست ۵ با استفاده از الگوریتم دمای درخشندگی برای دوره پنجم**

در جدول (۲) میانگین فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه طی ۵ دوره موردبررسی ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، میانگین دمای سطح شهرستان طی دوره موردبررسی یک‌روند افزایشی داشته است به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۰، میانگین دمای سطح شهر برابر ۱۸/۷ درجه سلسیوس بوده است درحالی‌که در سال ۲۰۱۹ این میانگین به ۲۰/۳ درجه سلسیوس رسیده است که نشان‌دهنده افزایش ۱/۷ درجه سلسیوس در میانگین دمای سطح شهرستان ارومیه طی ۳۰ سال اخیر است. علاوه بر میانگین دما، دمای بیشینه ارومیه نیز همواره روند افزایشی داشته است. به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۰ برابر ۳۳ درجه سلسیوس بوده است اما بیشینه دما در سال ۲۰۱۹ این دما به ۳٦ درجه سلسیوس رسیده است.

**جدول ۲- مشخصات آمار فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه در دوره‌های آماری موردبررسی- استخراج شده از باندهای حرارتی تصاویر لندست با استفاده از الگوریتم دمای درخشندگی**

| دوره | میانگین فضایی به درجه سلسیوس | انحراف معیار فضایی به درجه سلسیوس | ضریب تغییرپذیری دما به درصد | کمینه دما | بیشینه دما |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱۹۹۰ | ۱۸/۷ | ٤/٦ | ۲۱ | ٤ | ۳۳ |
| ۱۹۹۸ | ۱۹/۳ | ٥/۲ | ۲٦ | ٥ | ۳٥ |
| ۲۰۰٥ | ۲۰/۱ | ٥/٦ | ۲۸ | ٤ | ۳٦ |
| ۲۰۱۲ | ۲۰/٦ | ٥/٥ | ۲٦ | ٥ | ۳۸ |
| ۲۰۱۹ | ۲۰/۳ | ٤/۹ | ۲٦ | ٤ | ۳٦ |

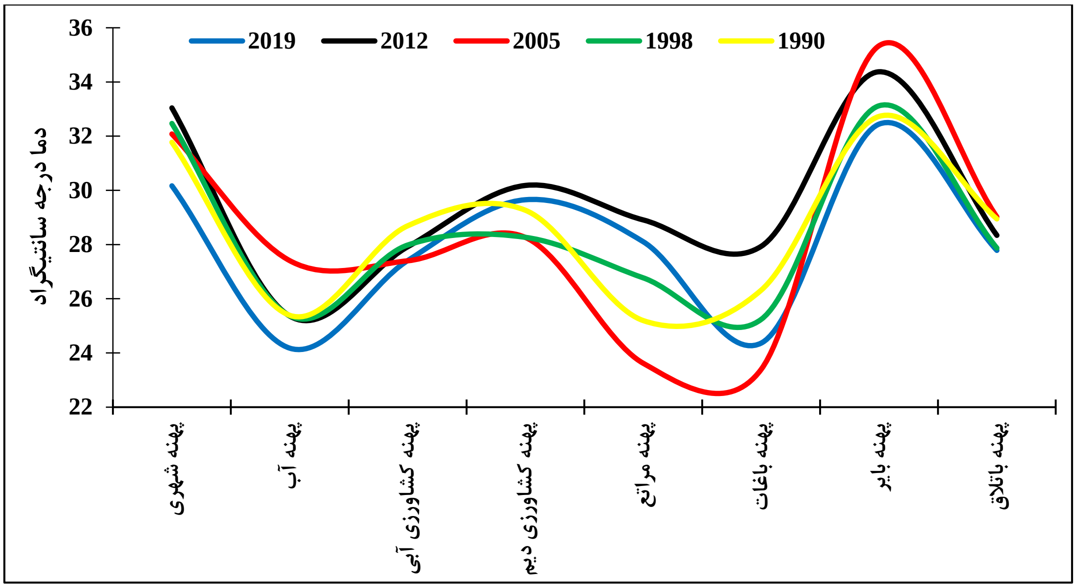
علاوه بر میانگین فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه، انحراف معیار فضایی و به‌تبع آن ضریب تغییرپذیری فضایی دمای هوای سطح شهرستان ارومیه روند افزایشی داشته است (شکل ۱۶)؛ بنابراین در کنار افزایش دمای سطح شهرستان ارومیه توزیع فضایی دمای سطح شهرستان نیز به سمت ناهمگون‌تر شدن تمایل پیدا کرده است.




**شکل ۱۶- مشخصات آمار فضایی میانگین (سبز) و انحراف معیار فضایی (بنفش) دمای سطح شهرستان ارومیه در دوره‌های آماری موردبررسی- استخراج شده از باندهای حرارتی تصاویر لندست با استفاده از الگوریتم دمای درخشندگی**

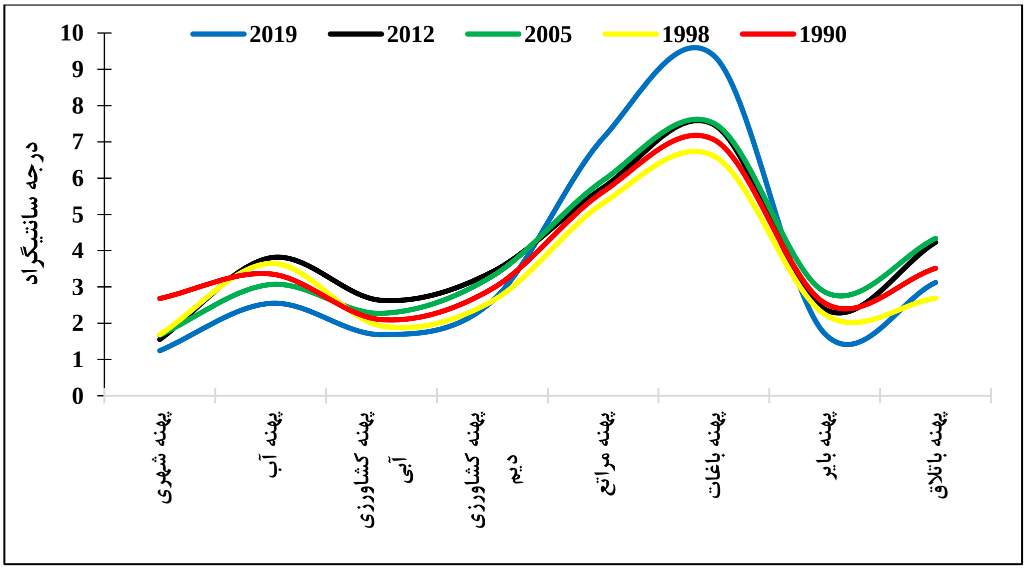
### ۴-۳- تحلیل ویژگی‌های دمایی طبقات کاربری اراضی

در شکل (۱۷) روند تغییرات میانگین فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه در کاربری‌های موردمطالعه آورده شده است. اراضی با پوشش بایر یا اراضی لخت و فاقد پوشش گیاهی در سطح شهرستان بالاترین دما را داشته‌اند. دمای این کاربری‌ها در ماه می (۲۷ اردیبهشت) به‌طور متوسط به ۳۳/۵ درجه سلسیوس رسیده است. درحالی‌که اراضی با کاربری پهنه‌های شهری، از لحاظ میانگین فضایی دمای هوا، در جایگاه دوم بین کاربری‌های استخراج شده، قرار گرفته است و به ۳۲/٤ درجه سلسیوس رسیده است. کمترین میانگین دما، مربوط به کاربری باغات سطح شهرستان ارومیه بوده است که میانگین فضایی دمای سطح این کاربری به ۲۵/٤ درجه سلسیوس رسیده است (دمای روز ۱۷ می یا ۲۷ اردیبهشت) و بعد از این کاربری، پهنه‌های آبی کمترین دما را داشته‌اند به‌طوری‌که میانگین دمای این پهنه‌ها به ۲۵/۸ درجه سلسیوس رسیده است.




**شکل ۱۷- میانگین فضایی دمای هرکدام از کاربری‌های اراضی استخراج شده، طی ۵ دوره آماری موردبررسی**

از لحاظ تغییرپذیری دما در سطح هرکدام از کاربری‌های موردبررسی، مشخص گردید که پهنه باغات متغیرترین میانگین فضایی دما را داشته‌اند به‌طوری‌که شاخص انحراف معیار فضایی دما در سطح این کاربری به ۵/۵ درجه سلسیوس می‌رسد درحالی‌که پهنه کشاورزی آبی و سپس پهنه آبی کمترین میزان انحراف معیار فضایی دما را داشته‌اند که به ترتیب برابر با ۱/ ۲ و ۲/۷ درجه سلسیوس بوده است (شکل ۱۸).




**شکل ۱۸- انحراف معیار فضایی دمای هرکدام از کاربری‌های اراضی استخراج شده، طی ۵ دوره آماری موردبررسی**

**٤-٤- تغییرات دوره‌ای دما در پهنه کاربری‌های آشکار شده**

در جدول (۳) تغییرات میانگین فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه در هرکدام از کاربری‌های اراضی آشکارشده، آورده شده است. بر اساس نتایج میانگین دمای پهنه شهری در سال ۱۹۹۰، برابر ۳۱/۵ درجه سلسیوس بوده است درحالی‌که در سایر دوره‌های موردبررسی میانگین دمای سطح این کاربری بیشتر بوده و روند افزایشی داشته است.

**جدول ۳- مشخصات آمار فضایی دمای سطح هرکدام از کاربری‌های آشکار شده شهرستان ارومیه در دوره‌های آماری موردبررسی- استخراج شده از باندهای حرارتی تصاویر لندست با استفاده از الگوریتم دمای درخشندگی**

| سال | پهنه شهری | پهنه آبی | پهنه کشاورزی آبی | پهنه کشاورزی دیم | پهنه مراتع | باغات | اراضی بایر | پهنه‌های باتلاقی |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1990 | 31/5 | 25/2 | 27/4 | 28/3 | 27/1 | 25/3 | 32/7 | 27/8 |
| 1998 | 32/5 | 25/4 | 28 | 29/7 | 26/8 | 25/2 | 32/9 | 27/9 |
| 2005 | 32/1 | 25/4 | 27/4 | 28/3 | 27/6 | 25/4 | 33/3 | 28 |
| 2012 | 33 | 25/5 | 28/1 | 30/2 | 27/9 | 25/6 | 34/4 | 28 |
| 2019 | 33 | 25/4 | 28/7 | 30 | 27/7 | 25/7 | 34/2 | 28/2 |

**٤-٥- رابطه بین تفاوت‌های دمایی و تغییرات کاربری اراضی شهرستان ارومیه**

در این بخش اقدام به تحلیل همبستگی بین روند ۳۰ ساله دمای هرکدام از کاربری‌های موردبررسی با تغییرات آن کاربری طی دوره موردمطالعه (۱۹۹۰-۲۰۱۹)، در شهرستان ارومیه استفاده شده است و آنالیز همبستگی با استفاده از تحلیل کواریانس پیرسون در سطح اطمینان ۰/۹۵ (P_value= 0.05) انجام گرفت. پیش نیاز استفاده از مدل تحلیل همبستگی پیرسون، آگاهی از نرمال بودن توزیع سری زمانی دو متغیر دما و کاربری اراضی مربوط به هر کاربری است که این پیش نیاز از طریق آزمون نرمال‌سازی کلموگراف اسمیرانف در سطح اطمینان ۰/۹۵ بررسی و اثبات گردید و نتایج تحلیل همبستگی فضای که پیش نیاز ارائه مدل برآوردگر دما بر اساس تغییرات کاربری می‌باشد در جدول (٤) ارائه شد. بر اساس نتایج حاصل ارتباط بین تغییرات دمایی و تغییرات مساحت در سطح کاربری شهری در شهرستان ارومیه برابر ۰/۸٦ بوده است که این میزان همبستگی در سطح اطمینان ۰/۹۵ معنی‌دار بوده است (Sig= 0.0002). در سطح پهنه‌های آبی نیز میزان همبستگی آشکارشده برابر ۰/۲۲- بوده است که معنی‌دار نشده است (Sig= ۰/۰۷۵). در سطح پهنه‌های کشاورزی آبی نیز، همبستگی مستقیم معنی‌داری بین تغییرات دما و تغییرات مساحت این پهنه کاربری وجود داشته است. میزان همبستگی در این پهنه برابر ۰/۸۲ بوده است که در سطح اطمینان ۰/۹۵ معنی‌دار شده است (Sig= 0.0003).

**جدول ٤- آنالیز همبستگی بین تغییرات دوره‌ای دما و کاربری اراضی طی دوره موردبررسی (۱۹۹۰-۲۰۱۹)**

| نوع کاربری اراضی | همبستگی | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|
| پهنه شهری | 0.86 | 0.0002 |
| پهنه آب | -0.22 | 0.075 |
| پهنه کشاورزی آبی | 0.82 | 0.0003 |
| پهنه کشاورزی دیم | -0.27 | 0.095 |
| پهنه مراتع | -0.31 | 0.12 |
| پهنه باغات | 0.91 | 0.0001 |
| پهنه بایر | -0.94 | 0.0001 |
| پهنه باتلاق | -0.92 | 0.0001 |

در پهنه کشاورزی دیم بر خلاف کشاورزی آبی، ارتباط معنی‌داری بین تغییرات سری زمانی دمای سطح این کاربری با تغییرات فضایی این پهنه کاربری مشاهده نگردید و میزان همبستگی آن برابر با ۰/۲۷- بوده است (Sig=0.09). در پهنه مراتع نیز با همبستگی برابر با ۰/۳۱- ارتباط معنی‌دار مشاهده نشد. درمجموع بر اساس نتایج در کاربری‌های شهری، باغات، اراضی بایر، کشاورزی آبی و پهنه باتلاقی، همبستگی بین تغییرات دوره‌ای کاربری اراضی و تغییرات دما معنادار بوده است.

## ۵- نتیجه‌گیری

دمای هوا یا دمای رویه‌ای سطح زمین درواقع کمیتی است که سرعت متوسط حرکت مولکول‌های هوا یا لایه رویه‌ای سطح زمین را نشان می‌دهد. این کمیت یک مؤلفه بسیار مهم در چرخه انرژی و آب در سیستم جو-زمین است و تعیین‌کننده بسیاری از فعالیت‌های حیاتی سطح زمین از قبیل فتوسنتز، جابجایی فضایی انرژی در سطح زمین و شکل‌گیری سیستم‌های سینوپتیک، سیکل فرسایش و هوازدگی و فعالیت‌های بیولوژیک گونه‌های مختلف است. دمای هوا یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین شاخص‌هایی است که در مطالعات تغییرات آب‌وهوایی به آن استناد می‌گردد.

برنامه‌ریزی کاربری اراضی، به استفاده مناسب در توسعه مدیریت زمین برای مقاصد مختلف نظیر تولید مواد غذایی، خانه‌سازی، گسترش شهرها و صنایع، تأمین مواد خام، تولید برق، حمل‌ونقل و مناطق تفریحی و گردشگری و... مربوط است (کرمپور و همکاران، ۱۳۹۷، ٦۹). این برنامه‌ریزی‌ها با هدف تطابق اراضی بر اساس قابلیت‌های آتی و انتخاب کاربری مناسب به طریقی است که بدون آسیب رساندن به محیطزیست، کلیه نیازها را به اندازه کافی تأمین نماید. بر همین اساس نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی مدیران و برنامه-ریزان را در امر اتخاذ تدابیر صحیح و تصمیم‌گیری اصولی یاری نموده و نقش بسیار مهمی را در توسعه و

برنامه‌ریزی منطقه‌ای ایفا می‌نماید. درواقع می‌توان گفت که نقشه‌های دقیق و به‌روز کاربری اراضی در هر منطقه جز نقشه‌های پایه در پایش و مدیریت منابع طبیعی می‌باشد و می‌تواند از کاربردی‌ترین ابزارها جهت مدیریت بهینه نواحی مورداستفاده انسان‌ها باشد. تغییرات کاربری‌های گسترده‌ای که در دهه‌های اخیر در ساختار فضایی شهرها رخ داده است، اثرات جانبی گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف اعم از هیدرولوژی، تغییر در بودجه تابشی، تغییر در نسبت آلبدو، تغییر در رژیم‌های رطوبتی و تبخیر و تعرق، تغییرات حرارتی در میکرواقلیم و حتی تغییر در ارتفاع لایه‌مرزی در بر داشته است (**یاراحمدی و همکاران، ۱۳۹۷، ۵۷**). تغییرات دمایی، یکی از مهم‌ترین جنبه‌های تغییر در کاربری اراضی است. واداشت‌های حرارتی متفاوت و کاملاً متضادی که کاربری‌ها یا به عبارت کلی‌تر پوشش‌های اراضی جدید در میکرواقلیم و اقلیم منطقه ایجاد می‌کنند، می‌تواند الگوهای حرارتی جدیدی در منطقه ایجاد کند. آرایش فضایی دما در لایه سطح زمین (ارتفاع دو متری از سطح زمین) درواقع به‌طور مستقیم از واداشت‌های حرارتی پوشش سطحی زمین ناشی می‌شود. ایجاد یخبندان‌های تابشی شدید در شب‌های صاف و آرام زمستان و اوایل بهار، ایجاد سرمازدگی‌های با منشاهای غیرسینوپتیکی و تابشی، به‌طور مستقیم ناشی از واداشت‌های متفاوت حرارتی کاربری‌های اراضی تغییر داده شده می‌باشد. از اثرات غیرمستقیم واداشت‌های حرارتی یا دمایی تغییرات کاربری اراضی تغییر در سرعت و جهت بادهای نزدیک به سطح زمین می‌توان به تغییر در الگوهای ابرناکی به‌ویژه ابرهای جوششی سطح پایین، تغییر در الگوهای ایجاد مه، ریز باران، تگرگ‌های کوچک‌مقیاس، بارش‌های رگباری کوتاه‌مدت و کوچک‌مقیاس، تغییر در الگوی تبخیر و تعرق منطقه، تغییر در الگوهای بیلان آب و انرژی منطقه، تغییر در قابلیت میزان مصرف انرژی‌های گرمایشی و سرمایشی به‌ویژه در محیط‌های شهری و روستایی، همگی از اثرات غیرمستقیم واداشت‌های حرارتی تغییرات کاربری اراضی به شمار می‌روند. آگاهی از این تأثیرات گسترده تغییر در کاربری‌های اراضی در شهرها و حومه شهرها، می‌تواند زمینه را برای مدیریت بهتر و بهینه‌تر این تأثیرات آماده سازد. شهرستان ارومیه به‌واسطه نزدیکی به دریاچه ارومیه و سطوح بالای آب‌های زیرزمینی در دهه‌های اخیر شاهد تغییرات گسترده‌ای در کاربری اراضی بوده است. به‌نحوی‌که از عرصه‌های طبیعی و پوشش‌های طبیعی اراضی طی ۳ دهه اخیر به زمین‌هایی با کاربری انسانی و نواحی مسکونی شهری تبدیل شدند. این تغییرات گسترده به زمین‌های هموار اطراف دریاچه نیز تعدی کرده است. آگاهی از تبعات و تأثیرات اقلیم‌شناختی این تغییرات کاربری اراضی در این منطقه با توجه به حساسیت منطقه بسیار مهم و حائز اهمیت می‌باشد. بررسی تفاوت‌های دمایی و تغییرات کاربری اراضی شهرستان ارومیه و مدل‌سازی بین این دو فاکتور با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و آمار فضایی صورت خواهد گرفت که تاکنون در این شهرستان موردبررسی قرار نگرفته است.

در این پژوهش تفاوت‌های دمایی و تغییرات کاربری اراضی شهرستان ارومیه با استفاده از تکنیک‌های سنجش‌ازدور و آمار فضایی برای دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ ها در ۵ دوره آماری با فواصل ۸ ساله موردبررسی قرار گرفت. تغییرات کاربری اراضی در شهرستان ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست نسل ٤ تا ۸ و الگوریتم طبقه‌بندی نظارت شده بیشینه مشابهت، موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد به‌طورکلی در شهرستان ارومیه می‌توان ۸ کاربری عمده و اصلی را تشخیص داد که شامل، پهنه‌های شهری، کشاورزی آبی و دیم، باغات، اراضی بایر، پهنه‌های آبی و باتلاقی است که بیانگر ایجاد تغییرات نسبتاً گسترده در برخی کاربری‌های سطح شهرستان بوده است.

بررسی ویژگی‌های دمایی کاربری‌های مختلف سطح شهرستان ارومیه نیز با استفاده از الگوریتم دمای درخشندگی از روی باندهای حرارتی ماهواره‌های لندست ٤ تا ۸ استخراج گردید. میانگین دمای مربوط به هر کاربری و درنهایت روند تغییرات دمایی در کنار تغییرات کاربری اراضی در طی دوره آماری موردبررسی قرار گرفت. روند تغییرات میانگین فضایی دمای سطح شهرستان ارومیه در کاربری‌های متفاوت، بیانگر آن است که اراضی با پوشش بایر یا اراضی لخت و فاقد پوشش گیاهی در سطح شهرستان بالاترین دما را داشته‌اند. دمای این کاربری‌ها در ماه می (۲۷ اردیبهشت) به‌طور متوسط به ۳۳/۵ درجه سلسیوس رسیده است. پس از آن اراضی با کاربری شهری با میانگین فضایی دمای برابر با ۳۲/٤ درجه سلسیوس در جایگاه دوم قرار گرفته است. کمترین میانگین دما با ۲۵/٤ درجه سلسیوس مربوط به کاربری باغات و سپس پهنه‌های آبی با ۲۵/۸ درجه سلسیوس است. از لحاظ تغییرپذیری دما نیز مشخص گردید که پهنه باغات متغیرترین میانگین فضایی دما را داشته‌اند به‌طوری‌که شاخص انحراف معیار فضایی دما در سطح این کاربری به ۷/۵ درجه سلسیوس رسیده است درحالی‌که پهنه کشاورزی آبی و سپس پهنه آبی به ترتیب با ۱/ ۲ و ۲/۷ درجه سلسیوس کمترین میزان انحراف معیار فضایی دما را داشته‌اند. نتایج حاصل از تحلیل همبستگی نیز نشان داد که در ۵ پهنه کاربری اراضی باغات؛ اراضی بایر، پهنه‌های باتلاقی، پهنه‌های شهری و کشاورزی آبی، همبستگی خطی معنی‌داری بین تغییرات دمایی و تغییرات کاربری اراضی برقرار بوده است. ارتباط بین تغییرات دمایی و تغییرات مساحت نیز در سطح کاربری پهنه‌های شهری در شهرستان ارومیه برابر ۰/۸٦ بوده است، این میزان همبستگی در این پهنه کشاورزی آبی برابر ۰/۸۲ بوده است. در سه کاربری باغات، اراضی بایر و پهنه باتلاقی، همبستگی بین تغییرات دوره‌ای کاربری اراضی و تغییرات دما بیش از ۰/۸ بوده است که همبستگی‌های مذکور در سطح اطمینان ۰/۹۵ (P_value= 0.05) معنی‌دار بوده است؛ اما در سطح پهنه‌های مراتع، کشاورزی دیم و پهنه آبی، ارتباط معنی‌داری مشاهده نگردید.

کتابنامه


- المدرسی، سیدعلی؛ مهدی، محمدپور؛ ۱۳۹۳. بررسی و پهنه‌بندی آلودگی ناشی از زباله‌های محل دفن بر خاک و کاربری‌های اراضی با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: شهر یزد)، *فصلنامه علوم و مهندسی محیط‌زیست*، ۱ (٤)، ٥۱–٦۲. magiran.com/p1408038
- ذرتی پور، امین؛ فیروزی نژاد، مرجان؛ دلفان حسن‌زاده، خلیل؛ ۱۳۹۸. تأثیر کاربری اراضی بر تغییرات شاخص حرارتی زمین در حوضه‌های شهری (مطالعه موردی: بندر امام خمینی، خوزستان). *مرتع و آبخیزداری* (منابع طبیعی ایران)، ۷۲(۱)، ۸۲–٦۹. https://doi.org/10.22059/jrwm.2019.255212.1244
- ساسانپور، فرزانه؛ ضیاییان، پرویز؛ بهادری، مریم؛ ۱۳۹۲. بررسی رابطه کاربری و پوشش اراضی و جزایر حرارتی شهر تهران. *جغرافیا*، ۲۲ (۳٤)، ٤٥٥– ٤٦٥. https://www.sid.ir/paper/484353/fa#downloadbottom
- شنانی هویزه، سیده مائده؛ زراعی حیدر؛ ۱۳۹٥. بررسی تغییرات کاربری اراضی طی دو دهه دوره زمانی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ابوالعباس). *پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز*،۷(۱٤)، ۲٤٤–۲۳۷.
http://dx.doi.org/10.29252/jwmr.7.14.244
- علوی پناه، سید کاظم؛ ۱۳۸۷. *سنجش‌ازدور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین*، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- علوی پناه، سیدکاظم؛ ۱۳۹۲. *کاربرد سنجش‌ازدور در علوم زمین* (خاک). تهران، انتشارات دانشگاه تهران.
- قادرمزی، حامد؛ ۱۳۸۳. *نقش روستا شهرها در توسعه روستاهای پیرامونی؛ مطالعه موردی روستاشهر دهگلان*، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته جغرافیا و برنامه‌ریزی روستایی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- کریمی فیروزجایی، محمد؛ کیاورز، مجید؛ علوی پناه، سید کاظم؛ ۱۳۹٦. پایش و پیش‌بینی شدت جزیره حرارتی شهر بابل با توجه به گسترش شهری و تغییرات کاربری اراضی در بازه زمانی ۱۳۹٤–۱۳٦٤. *مهندسی فناوری اطلاعات مکانی*، ٥ (۳)، ۱٥۱–۱۲۳. http://dx.doi.org/10.29252/jgit.5.3.123
- کاویانی، حمیدرضا؛ ۱۳۸۷. *میکروکلیماتولوژی*، تهران، انتشارات سمت.
- کرمپور، مصطفی؛ شجاعی مقدم، رحمت الله؛ نصیری، بهروز؛ طهماسبی پور، ناصر؛ ۱۳۹۷. بررسی و تحلیل چرخه‌ها و الگوی خودهمبستگی فضایی بارش‌های ماهانه ایران، *فصلنامه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱۸(٥۱): ۲٥۱–۲۳٥. http://dx.doi.org/10.29252/jgs.18.51.235
- مزیدی، احمد؛ نارنگی فرد، مهدی؛ ۱۳۹٥. تأثیر توسعه شهری و تغییرات کاربری بر عناصر آب‌وهوایی شهر شیراز و فسا، *تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۱٦(٤)، ٥٥–٦۹.
http://dorl.net/dor/20.1001.1.22287736.1395.16.40.7.8
- موسوی سیدحجت؛ رنجبر، ابوالفضل؛ حاصلی، مهدی؛ ۱۳۹٥. پایش و روندیابی تغییرات کاربری اراضی حوضه ابرکوه با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای ۲۰۱٤ – ۱۹۷٦، *فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)*، ۲٥(۹۷)، ۱٤٦–۱۳۰.
https://doi.org/10.22131/sepehr.2016.20141

- نارنگی فرد، مهدی؛ مزیدی، احمد؛ عبدلی، اسماعیل؛ ۱۳۹۵. واکاوی الگوهای دمایی در ارتباط با کاربری‌های شهری با بکارگیری داده‌های سنجش‌ازدور (مطالعه موردی: شهر کرمانشاه)، *مجله مطالعات برنامه‌ریزی سکونتگاه‌های انسانی*، ۱۱(۳۵)، ۳۱-۱۷. https://journals.iau.ir/article_525304.html?lang=en
- هاشمی دره بادامی، سیروس؛ علوی پناه، سید کاظم؛ کاظم زاده، علی؛ ۱۳۹٤. تحلیل زمانی- مکانی جزیره حرارتی شهر مشهد با توجه به گسترش شهر و تغییرات کاربری- پوشش زمین، *فصلنامه پژوهش‌های جغرافیایی برنامه ریزی شهری*، ۳ (۱)، ۱-۱۷. https://doi.org/10.22059/jurbangeo.2015.54436
- یاراحمدی؛ داریوش؛ زارعی چقابلکی، زهرا؛ حلیمی، منصور؛ ۱۳۹۷. آشکار سازی تأثیر کاربری اراضی در تغییر پذیری زمانی مکانی سالانه ارتفاع لایه مرزی (مطالعه موردی شهر کرمانشاه)، *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*، ٥ (۳): ٥۳-٦٦ . http://dx.doi.org/10.29252/jsaeh.5.3.53
- He, T., Liang, S., Wang, D., Cao, Y., GAO, F., Yu, Y., Feng, M., 2018. Evaluating land surface albedo estimation from Landsat MSS, TM, ETM+, and OLI data based on the unified direct estimation approach. Remote Sensing of Environment, 204: 181-196. https://www.sciencedirect.com/science/article/am/pii/S0034425717304947.
- Jiang, J., Tian, G., 2010. Analysis of the impact of land use/land cover change on land surface temperature with remote sensing. Procedia environmental sciences, 2: 571-575. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029610000952.
- Jun P K., Jean M G., 2014. Land Use Planning and urban heat Island. Environment and planning, 41(6):1-35. https://journals.sagepub.com/doi/10.1068/b130091p.
- Prafull Singh, Pradipika Verma., 2017. Impact of Land use Change and Urbanization on Urban Heat Island in Lucknow City, Central India. A Remote Sensing Based Estimate. 32(16), 1-33. https://www.researchgate.net/publication/315728541.
- Ridd, M.K., Liu, J., 1998. A Comparison of Four Algorithms for Change Detection in an Urban Environment. Journal of Remote Sensing Environment, 63, 95-100. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425797001120.
- Song, Y., Wu, C., 2016. Examining the impact of urban biophysical composition and neighboring environment on surface urban heat island effect. Advances in Space Research, 57(1), 96-109. https://www.researchgate.net/publication/284077575.
- Srivastava, P.K., Majumdar, T.J., Bhattacharya, A. K., 2009. Surface Temperature Estimation in Singhbhum Shear Zone of India using Landsat-7 ETM$^+$ Thermal Infrared Data, Advances in Space Research, 4(3), 1563-1574. https://journals.ut.ac.ir/article_85218.
- Tan, Jianguo., Youfei Zheng, Xu Tang, Changyi Guo, Liping Li, Guixiang Song, Xinrong Zhen, Dong Yuan, Adam J Kalkstein, Furong Li., 2010. The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. International journal of biometeorology, 54(1), 75-84. https://www.researchgate.net/publication/26787109.
- Wong E, Akbari H, Bell R, Cole D., 2011. Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Environmental Protection Agency retrieved May 12, 20-31. https://www.epa.gov/heatislands/heat-island-compendium.
- Zhao k, and Jackson R B., 2014. Biophysical forcings of land-use c hanges from potential forestry activities in nor th Amer ica, Ecological Monog raphs, 84(2), 329–353. https://www.jstor.org/stable/43187893.